



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 23 911 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**F 02 M 57/02**  
F 02 M 45/12

⑳ Aktenzeichen: 101 23 911.4  
㉔ Anmeldetag: 17. 5. 2001  
㉕ Offenlegungstag: 28. 11. 2002

DE 101 23 911 A 1

⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

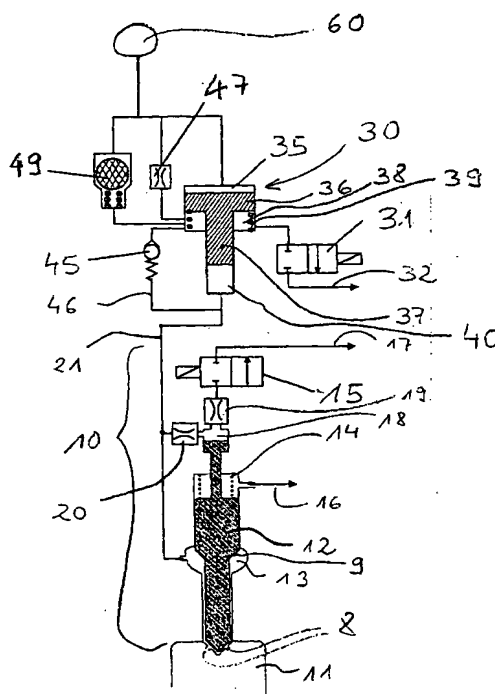
⑦② Erfinder:  
Magel, Hans-Christoph, Dr., 72793 Pfullingen, DE;  
Kern, Volkmar, Dr., 70180 Stuttgart, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Druckübersetzungseinrichtung und Druckübersetzungseinrichtung

⑤⑦ Es wird eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einem von einer Kraftstoffhochdruckquelle versorgbaren Kraftstoffinjektor mit einer Druckübersetzungseinrichtung beziehungsweise eine Druckübersetzungseinrichtung vorgeschlagen, wobei ein beweglicher Kolben der Druckübersetzungseinrichtung einen an die Kraftstoffhochdruckquelle angeschlossenen Raum von einem mit dem Injektor verbundenen Hochdruckraum trennt, wobei der Hochdruckraum (40) mit einem Rückraum (38) über eine Kraftstoffleitung (46; 75) verbunden ist, so dass der Hochdruckraum über den Rückraum mit Kraftstoff befüllbar ist.



DE 101 23 911 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung beziehungsweise einer Druckübersetzungseinrichtung nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche. Aus der DE 199 10 970 sind schon Kraftstoffeinspritzeinrichtungen beziehungsweise Druckübersetzungseinrichtungen bekannt, bei denen ein Druckverstärkerkolben mittels einer Befüllung beziehungsweise einer Entleerung eines Rückraums eine Erhöhung des Kraftstoffeinspritzdrucks über den von einem Common-Rail-System hinaus bereitgestellten Wert ermöglicht.

## Vorteile der Erfindung

[0002] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung beziehungsweise die erfindungsgemäße Druckübersetzungseinrichtung haben demgegenüber den Vorteil, dass infolge einer Befüllbarkeit des Hochdruckraums der Druckübersetzungseinrichtung über den Rückraum keine allein zur Befüllung des Hochdruckraums dienende separate Bohrung in einem Metallkörper der Druckübersetzungseinrichtung vorgesehen werden muss, die am durchmessergrösseren Ende des Druckübersetzerkolbens vorbeiführt. Dies führt zu einer Platzersparnis, was bei der Verwendung der Druckübersetzungseinrichtung im Zusammenhang mit Verteilereinspritzpumpen, insbesondere aber auch bei druckübersetzten Common-Rail-Systemen von Vorteil ist.

[0003] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Kraftstoffeinspritzeinrichtung beziehungsweise Druckübersetzungseinrichtung möglich.

[0004] Besonders vorteilhaft ist eine Integration einer Drossel und/oder eines Füllventils in den Kolben der Druckübersetzungseinrichtung, so dass auch zur Befüllung des Rückraums keine Leitungen mehr am durchmessergrösseren Ende des Kolbens vorbeigeführt werden müssen. Dies resultiert in einer noch kompakteren Bauform der Kraftstoffeinspritzeinrichtung beziehungsweise der Druckübersetzungseinrichtung.

[0005] Wird darüber hinaus auch die Verbindungsleitung zwischen Rückraum und Hochdruckraum und wahlweise auch ein in der Verbindungsleitung angeordnetes Rückschlagventil im Kolben der Druckübersetzungseinrichtung integriert, ergibt sich eine sehr schlanke und kompakte Bauweise, die für den Einbau in moderne Motoren ideal ist.

[0006] Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, den Kolben des Druckübersetzers aus zwei Teilen mit unterschiedlich großem Durchmesser zusammenzusetzen, die relativ zueinander beweglich sind und somit neben der Verdichtfunktion durch ihre relative Beweglichkeit zueinander die Funktion eines Ventils, insbesondere eines Rückschlagventils, übernehmen können. Dadurch entfallen zusätzliche Bauteile für das Vorsehen einer separaten Ventilanordnung, was eine weitere Platzeinsparung ermöglicht.

[0007] In weiteren vorteilhaften Ausführungsformen übernimmt der zweiteilige Kolben nicht nur die Funktion eines Rückschlagventils, sondern auch eines Füllventils, ohne dass zusätzliche Bauteile hierzu notwendig sind.

## Zeichnung

[0008] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 eine Kraftstoffein-

spritzeinrichtung, Fig. 2 eine weitere Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit integrierter Druckübersetzungseinrichtung, die Fig. 3 und 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel in zwei verschiedenen Betriebszuständen und Fig. 5 einen Injektor mit Druckübersetzungseinrichtung, in dessen zweiteiligen Kolben eine Drossel und ein Füllventil integriert sind. Fig. 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel mit alternativer Ausführung des Füllventils. Die Fig. 7, 8 und 9 illustrieren alternative Ausführungen eines zweiteiligen Kolbens.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0009] In Fig. 1 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung dargestellt, bei der ein Injektor 10 über eine Druckübersetzungseinrichtung 30 mit einer Kraftstoffhochdruckquelle 60 verbunden ist. Die Kraftstoffhochdruckquelle umfasst mehrere nicht näher dargestellte Elemente wie einen Kraftstofftank, eine Pumpe und das Hochdruckrail eines an sich bekannten Common-Rail-Systems, wobei die Pumpe einen bis zu 1600 bar hohen Kraftstoffdruck in dem Hochdruckrail bereitstellt, indem sie Kraftstoff aus dem Tank in das Hochdruckrail befördert. Der Injektor 10 weist ein Kraftstoffeinspritzventil mit einem Ventилglied 12 auf, das mit seinen Einspritzöffnungen in den Brennraum 11 eines Zylinders einer Brennkraftmaschine hineinragt. Das Ventилglied ist an einer Druckschulter 9 von einem Druckraum 13 umgeben, der über eine Hochdruckleitung 21 mit dem Hochdruckraum 40 der Druckübersetzungseinrichtung 30 verbunden ist. Das schematisch dargestellte Ventилglied ragt an seinem dem Brennraum abgewandten Ende in einen Arbeitsraum 18 hinein, der über eine Drossel 20 mit der Hochdruckleitung 21 und über eine Drossel 19 mit einem Steuerventil 15 des Injektors verbunden ist. Das Steuerventil 15 ist als 2/2-Wege-Ventil ausgeführt und in der ersten Stellung geschlossen; in der zweiten Stellung verbindet es die Drossel 19 mit einer Niederdruckleitung 17. Das Ventилglied ist über eine Rückstellfeder 14 federnd gelagert, wobei die Rückstellfeder das Ventилglied gegen die Einspritzöffnungen 8 drückt. Der die Feder enthaltene Raum des Einspritzventils des Injektors ist mit einer weiteren Niederdruckleitung 16 verbunden. Die Druckübersetzungseinrichtung 30 besitzt einen federnd gelagerten Kolben 36, der den mit der Hochdruckleitung 21 verbundenen Hochdruckraum 40 von einem Raum 35 trennt, der direkt an die Kraftstoffhochdruckquelle 60 angeschlossen ist. Die Feder 39 ist in einem Rückraum 38 der Druckübersetzungseinrichtung 30 angeordnet. Der Kolben 36 weist ein Fortsetzungsstück 37 auf, das einen kleineren Durchmesser hat als der Kolben 36 an seinem dem Raum 35 zugewandten Ende. Der Rückraum 38 ist über ein 2/2-Wege-Ventil 31 mit einer Niederdruckleitung 32 verbunden. Die Niederdruckleitung 32 führt ebenso wie die Niederdruckleitungen 16 und 17 zurück zum nicht näher dargestellten Kraftstofftank. Der Raum 35 der Druckübersetzungseinrichtung ist über eine Drossel 47 mit dem Rückraum 38 verbunden, wobei der Drossel 47 ein Füllventil 49 parallelgeschaltet ist. Darüber hinaus verbindet eine Kraftstoffleitung 46 den Rückraum über ein Rückschlagventil 45 direkt mit dem Hochdruckraum 40.

[0010] Die Funktionsweise des hubgesteuerten Injektors 10 ist an sich bereits aus der deutschen Patentanmeldung DE 199 10 970 bekannt. An der Hochdruckleitung 21 liegt ständig ein hoher Kraftstoffdruck an. Kraftstoff gelangt aus dem Druckraum 13 durch die Einspritzöffnungen 8 in den Brennraum 11, sobald das Ventилglied an seinem den Einspritzöffnungen abgewandten Ende durch Öffnen des 2/2-Wege-Ventils 15 kurzzeitig vom Kraftstoffdruck entlastet wird und somit die an der Druckschulter 9 angreifende in Öffnungsrichtung wirkende Kraft größer ist als die Summe

von Federkraft (14) und Kraft infolge des im Arbeitsraum 18 verbleibenden Kraftstoffdrucks. Im Ruhezustand hingegen ist das Ventil 15 geschlossen, das Einspritzventil ist geschlossen und es findet keine Einspritzung statt. Ist auch das Übersetzer-Steuerventil 31 geschlossen, so ist die Druckübersetzungseinrichtung 30 druckausgeglichen, so dass keine Druckverstärkung stattfindet. Das Füllventil 49 ist dann geöffnet und der Kolben 36, 37 in seiner Ausgangslage, gekennzeichnet durch ein grosses Volumen des Rückraums 38. Der Druck der Kraftstoffhochdruckquelle kann über das geöffnete Füllventil 49 in den Rückraum 38 und weiter über das Rückschlagventil 45 zum Injektor gelangen. Somit kann zu jeder Zeit eine Einspritzung mit dem Druck der Kraftstoffhochdruckquelle stattfinden. Hierzu muss lediglich das Steuerventil 15 des Injektors betätigt werden, wodurch sich das Einspritzventil öffnet. Soll nun eine Einspritzung mit erhöhtem Druck stattfinden, dann wird das Übersetzer-Steuerventil 31 angesteuert, so dass der Druck im Rückraum 38 abfallen kann, wodurch sich das Füllventil 49 und das Rückschlagventil 45 schließen. Infolge der Druckentlastung des Rückraums 38 ist der Kolben nicht mehr druckausgeglichen und es erfolgt im Hochdruckraum 40 eine Druckverstärkung entsprechend dem Druckflächenverhältnis von Raum 35 und Hochdruckraum 40. Dadurch, dass die Einspritzung mit zwei unterschiedlichen Druckniveaus (Raildruck und übersetzter Druck) stattfinden kann und ein Zuschalten der Druckübersetzungseinrichtung zu jeder Zeit möglich ist, kann eine flexible Formung des Einspritzverlaufs erfolgen. Dabei sind rechteckförmige, rampenförmige oder auch stufenförmige Einspritzungen möglich. Bei einem stufenförmigen Einspritzverlauf beginnt die Einspritzung mit einer ersten Phase mit niedrigem Einspritzdruck, beispielsweise dem Raildruck, woran sich eine zweite Phase mit hohem Einspritzdruck unter Einsatz des Druckübersetzers anschließt. Die erste Phase kann dabei beliebig lange ausgeführt werden.

[0011] Fig. 2 zeigt eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einem Injektor 70 mit integrierter Druckübersetzungseinrichtung 70. Die integrierte Ausführung ist schematisch durch eine punktierte Linie dargestellt. Gleiche Bestandteile wie in Fig. 1 sind mit identischen Bezugszeichen versehen und werden nicht nochmals beschrieben. Die der Drossel 47 aus Fig. 1 entsprechende Drossel ist als integrierte Drosselbohrung 71 im Kolben ausgeführt, ebenso ist das Füllventil kein separates Bauteil mehr, sondern im Gegensatz zur Fig. 1 als im Kolben integriertes Füllventil 72 ausgeführt. Die Drosselbohrung 71 wie das integrierte Füllventil 72 befinden sich hierbei im dem Raum 35 zugewandten Ende des Kolbens, während das dem Rückschlagventil 45 aus Fig. 1 entsprechende Rückschlagventil 74 im durchmesserklaren Fortsetzungsstück 37 des Kolbens integriert ist. Die Kraftstoffleitung 46 ist hierbei in Form einer Bohrung als integrierte Kraftstoffleitung 75 ausgeführt. Die Feder 39, die auf den Kolben eine Rückstellkraft, das heisst eine Kraft zur Vergrößerung des Volumens des Hochdruckraums 40, ausübt, ist zwischen dem Gehäuse der Druckübersetzungseinrichtung und einer fest am Kolben montierten Federhalterung 73 eingespannt. Die Federhalterung ist so montiert, dass ein Kraftstofffluss zwischen dem Raum 35 und dem Rückraum 38 sowohl über die Drossel 71 als auch über das Füllventil 72 nicht behindert wird.

[0012] Die Funktionsweise ist die gleiche wie in der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform.

[0013] Wahlweise kann auch nur eines oder eine Teilmenge der Bauteile Rückschlagventil, Füllventil und Drossel im Kolben der Druckübersetzungseinrichtung integriert sein. Der durchmessergrößere Teil des Kolbens 36 und das Fortsetzungsstück 37 können auch als zwei getrennte Bau-

teile ausgeführt sein. Auch in diesem Fall ist eine Integration der genannten Bauteile möglich.

[0014] Fig. 3 zeigt eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung eines druckgesteuerten Common-Rail-Systems, das für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine einen Injektor 80 und eine Druckübersetzungseinrichtung 300 aufweist. Der druckgesteuerte Injektor 80 weist einen Druckraum 82 auf, der zum Anheben seiner Düsennadel und zur Bereitstellung von einzuspritzendem Kraftstoff über die Druckübersetzungseinrichtung 300 mit Kraftstoff beaufschlagt werden kann. Die eine Schließkraft ausübende Feder 101 ist am der Einspritzöffnung gegenüberliegenden Ende des Injektors 80 in einem Raum angeordnet, der zur Abfuhr von Kraftstoffleckagen mit einer Leckageleitung 81 verbunden ist, die zu einem Niederdrucksystem führt, insbesondere zum Kraftstofftank des Kraftfahrzeugs. Der Druckraum 82 ist mit dem Hochdruckraum 40 der Druckübersetzungseinrichtung 300 verbunden. Der am gegenüberliegenden Ende des zweiteiligen Kolbens 86, 87 befindliche Raum 35 der Druckübersetzungseinrichtung ist über ein 3/2-Wege-Ventil 85 entweder mit einer Niederdruckleitung 84 oder mit einer Speicherleitung 83 verbindbar. Die Niederdruckleitung 84 führt zum Niederdrucksystem, das Kraftstoff zum Kraftstofftank des Kraftfahrzeugs zurückleiten kann. Die Speicherleitung 83 führt zu einer Kraftstoff mit Drücken bis zu 2000 bar liefernden Kraftstoffhochdruckquelle 60, die bereits im Zusammenhang mit der Fig. 1 beschrieben worden ist. Diese Kraftstoffhochdruckquelle weist ein nicht näher dargestelltes Hochdruckrail auf, in dem unter Hochdruck stehender Kraftstoff bereitgestellt werden kann und das mit jeder jeweils einem Zylinder der Brennkraftmaschine zugeordneten Druckübersetzungseinrichtung über ein Ventil verbindbar ist. Dabei ist also für jeden Zylinder eine Druckübersetzungseinrichtung, ein Zumeßventil 85 und ein Injektor 80 vorgesehen. Der Kolben 86, 87 der Druckübersetzungseinrichtung weist hierbei einen dicken Kolben 86 und einen dünnen Kolben 87 auf, wobei der dicke Kolben den Raum 35 und der dünne Kolben den Hochdruckraum 40 begrenzt. Der dünne Kolben 87 weist eine Bohrung 88 auf, über die der Hochdruckraum 40 mit dem Rückraum 38 der Druckübersetzungseinrichtung verbindbar ist. In der dargestellten, in der Zeichnung nach unten gerichteten Verdichtungsbewegung 100 des Kolbens liegen jedoch die Dichtflächen 94 des dicken und des dünnen Kolbens aufeinander und verschließen die Bohrung 88. Eine auf der dem Rückraum 38 zugewandten Seite des dicken Kolbens 86 angebrachte Rückführhalterung 91 begrenzt den Bewegungsspielraum des dünnen Kolbens 87 relativ zum dicken Kolben 86, indem ein insbesondere kreisringförmiger Fortsatz 92 des dünnen Kolbens von der Rückführhalterung erfasst wird, sobald sich der dicke Kolben 86 ein Stück weit entgegen der Richtung der Verdichtungsbewegung 100 bewegt. Im Fortsatz 92 sind Bohrungen 93 angebracht, um den Kraftstoffaustausch im Rückraum im Bereich der Rückführhalterung 91 zu erleichtern. Zu dem gleichen Zweck befindet sich eine Bohrung 95 in der Rückführhalterung. Die im Rückraum 38 angeordnete Feder 39 übt über die Rückführhalterung 91 eine Kraft auf den dicken Kolben 86 aus, die der Richtung der Verdichtungsbewegung 100 entgegenwirkt. Der Rückraum ist über eine Niederdruckleitung 89 mit dem Niederdrucksystem verbunden.

[0015] Die dargestellte Verdichtungsbewegung 100 wird durch Durchschalten des Drucks der Kraftstoffhochdruckquelle, also des Raildrucks des Common-Rail-Systems, auf den Raum 35 der Druckübersetzungseinrichtung aktiviert. Die Verbindung zwischen dem Hochdruckraum 40 und der Niederdruckleitung 89 ist getrennt, da der Kraftstoffdruck im Raum 35 eine Kraft auf den dicken Kolben 86 ausübt, die

über die Dichtflächen **94** auf den dünnen Kolben **87** übertragen wird, so dass die Bohrung **88** verschlossen wird und im Hochdruckraum **40** ein Hochdruck aufgebaut werden kann, der den Kraftstoffdruck im Hochdruckraum des Common-Rail-Systems übersteigt.

[0016] Fig. 4 zeigt dasselbe System wie Fig. 3, jedoch in einem anderen Betriebszustand, in dem der zweiteilige Kolben **86**, **87** eine Ausgleichsbewegung **110** durchführt, die der Verdichtungsbewegung **100** entgegengerichtet ist.

[0017] Wenn die Einspritzung beendet werden soll, wird, wie in Fig. 4 abgebildet, der Raum **35** über das 3/2-Wege-Ventil **85** mit der Niederdruckleitung **84** verbunden. Dadurch wird der Raum **35** vom Raildruck getrennt und der zweiteilige Kolben fährt in seine Ausgangsstellung zurück. Zunächst fährt lediglich der dicke Kolben **86** nach oben, bis die Rückführhalterung **91** am Fortsatz **92** des dünnen Kolbens **87** aufprallt und den dünnen Kolben mit nach oben zieht. Die Dichtflächen **94** liegen jetzt nicht mehr aufeinander, und der Hochdruckraum **40** kann über die Bohrung **88** und das Niederdrucksystem mit neuem Kraftstoff befüllt werden.

[0018] Die Dichtflächen **94** können alternativ zum dargestellten Fall, in dem sie aus den ebenen Flächenenden des dicken und des dünnen Kolbens gebildet werden, auf einer Seite auch mit einer die Bohrung **88** umschließenden Dichtkante versehen sein. Eine kugelförmige bzw. hohlkugelförmige Ausbildung der Dichtflächen kann vorteilhaft sein, um auch eine Dichtheit bei einem eventuell auftretenden Winkelveersatz der beiden Kolben zu gewährleisten. Diese Art der Befüllung des Hochdruckraums **40** kann über den gezeigten Anwendungsfall hinaus bei allen Anwendungen eingesetzt werden, bei denen die Befüllung des Hochdruckraums aus dem Rückraum einer Druckübersetzungseinrichtung erfolgt.

[0019] Fig. 5 zeigt eine solche weitere Anwendung bei einem hubgesteuerten druckübersetzten Common-Rail-System. Gleiche oder ähnliche Bestandteile wie in Fig. 1 dargestellt sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und werden nicht nochmals beschrieben. Im Wesentlichen weist der Injektor **120** mit integriertem Druckübersetzer im Gegensatz zur Fig. 2 statt eines Druckübersetzers mit einteiligem Kolben einen Druckübersetzer mit zweiteiligem Kolben auf. Hierbei ist die Ausführung der Druckübersetzungseinrichtung mit zweiteiligem Kolben gemäß Fig. 3 und 4 mit der Integration einer Drossel **71** und eines Füllventils **72** in dem durchmesserstärkeren Teil des Druckübersetzerkolbens **86**, **87** analog zum Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 kombiniert.

[0020] Im Ruhezustand ist sowohl das Ventil **31** als auch das Ventil **15** geschlossen. Die Düse ist geschlossen und es findet keine Einspritzung statt. Da im Rückraum **38** nun ebenfalls Raildruck herrscht, ist der Druckübersetzerkolben druckausgeglichen, so dass keine Druckverstärkung stattfindet. Die Dichtflächen **94** sind nicht aufeinandergepresst, so dass die Bohrung **88** zur Befüllung des Hochdruckraums **40** freigegeben ist und der zweiteilige Kolben der Druckübersetzungseinrichtung in seine Ausgangslage zurückgestellt wird. Weiterhin gelangt der Raildruck über das Füllventil **72** und die Bohrung **88** zum Hochdruckraum **40** und zum Druckraum **13** des Injektors. Somit kann zu jeder Zeit eine Einspritzung mit Raildruck stattfinden. Dazu wird das Steuerventil **15** des Injektors betätigt, wodurch sich die Düse öffnet, wie in Fig. 5 dargestellt. Soll nun eine Einspritzung mit erhöhtem Druck stattfinden, dann muß das Steuerventil **31** angesteuert, das heißt geöffnet, werden. Dadurch fällt der Druck im Rückraum **38** ab, so dass der dicke Kolben **86** auf den dünnen Kolben **87** gedrückt und die Dichtflächen **94** aufeinandergepresst werden. Dadurch wird die Bohrung **88**

verschlossen und die Funktion eines Rückschlagventils realisiert. Der im Hochdruckraum **40** befindliche Kraftstoff kann nicht mehr in den Rückraum **38** zurückfließen. Außerdem wird das Füllventil **72** geschlossen. Durch die Druckentlastung des Rückraums **38** ist der zweiteilige Kolben **86**, **87** also nicht mehr druckausgeglichen und es erfolgt eine Druckverstärkung im Hochdruckraum **40** entsprechend dem Druckflächenverhältnis von Raum **35** und Raum **40**. Wird die Druckübersetzungseinrichtung durch ein Schließen des Ventils **31** abgeschaltet, dann erfolgt über die Drossel **71** ein Druckausgleich zwischen den Räumen **35**, **38** und **40**. Erreicht der Kraftstoffdruck im Rückraum **38** nahezu den Druck im Raum **35**, dann öffnet das Füllventil **72** und es gibt die Verbindung von Raum **35** zu Raum **38** frei. Weiterhin werden durch die Rückstellfeder **39** die beiden Kolben **86** und **87** voneinander getrennt. Somit kann eine schnelle Füllung des Rückraums und damit eine schnelle Rückstellung des zweiteiligen Druckübersetzerkolbens erfolgen. Das Befüllen des Hochdruckraums erfolgt nun über die Bohrung **88**.

[0021] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform eines druckübersetzten Common-Rail-Systems. Gleiche oder ähnliche Bestandteile wie in Fig. 5 abgebildet sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und werden nicht nochmals beschrieben. Im Unterschied zur Ausführungsform nach Fig. 5 ist statt der zentralen Bohrung **88** im dünnen Kolben **87** eine seitlich leicht versetzte Bohrung **130** vorgesehen, um das Füllventil **72** durch eine einfachere Ausführungsform in Form einer durchgängigen Bohrung **140** im dicken Kolben **86** ersetzen zu können.

[0022] Genau dann, wenn der Rückraum druckentlastet wird, liegen die ebenen Dichtflächen **94** des dünnen und des dicken Kolbens aufeinander und neben der Bohrung **130** ist auch die Bohrung **140** verschlossen. Somit kann die Bohrung **140** genau die gleiche Funktion wie das in Form einer integrierten federbelasteten Kugel realisierte Füllventil **72** aus Fig. 5 erfüllen.

[0023] Alternativ zur Ausgestaltung der Dichtflächen aus den ebenen Kolbenenden können, wie bereits weiter oben beschrieben, andere Geometrien verwendet werden, zum Beispiel eine kugel- bzw. hohlkugelförmige Oberflächenform insbesondere im Bereich um die Bohrungen. Der Füllpfad **140** kann auch durch eine Mehrzahl von Bohrungen ersetzt bzw. ergänzt werden. Ebenso kann eine sämtliche Bohrungen **140** und **130** umgreifende Dichtkante an mindestens einem Ende der beiden Kolben vorgesehen sein.

[0024] Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform eines druckübersetzten Common-Rail-Systems. Gleiche oder ähnliche Bestandteile wie in Fig. 6 abgebildet sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und werden nicht nochmals beschrieben. Im Unterschied zur Ausführungsform nach Fig. 6 ist der zweiteilige Kolben nicht aus zwei hintereinander angeordneten Teilkolben **86** und **87**, sondern aus zwei ineinander greifenden Kolben **150** und **160** aufgebaut. Die Darstellung ist eine Querschnittsseitenansicht und zeigt den durch den Hohlraum des dicken Kolbens **150** gebildeten Ventilraum **174**, in den der dünne Kolben **160** mit seinem Kopfbereich **161** hineinragt. Der Kopfbereich **161** geht in einen durchmessergeringeren Halsbereich **162** des dünnen Kolbens **160** über, der flüssigkeitsdicht von einem Führungsbereich **151** des dicken Kolbens **150** geführt wird. Die Rückstellfeder **39** ist zwischen dem Gehäuse der Druckübersetzungseinrichtung und dem im Vergleich zum Führungsbereich **151** durchmessergeringeren Bereich des dicken Kolbens **150** gespannt. Der dicke Kolben **150** ist auf der Seite des Raums **35** teilweise von einer Kreisringplatte **175** verschlossen, die fest mit dem dicken Kolben verbunden ist. Die Kreisringplatte weist einen zentrisch angeordneten

Durchgangsbereich 176 auf, der durch eine Bewegung des dünnen Kolbens relativ zum dicken Kolben verschlossen werden kann. Darüber hinaus ist in einem Randbereich der Platte 175 eine Drosselbohrung 180 angebracht, die infolge einer Beabstandung des Kopfbereichs 161 zum dicken Kolben 150 unabhängig von der Stellung des dünnen relativ zum dicken Kolben unverdeckt bleibt. Im Halsbereich 162 des dünnen Kolbens 160 befindet sich eine Längsbohrung 186, die in den Hochdruckraum 40 mündet. Auf ihrer dem Hochdruckraum 40 abgewandten Seite geht die Längsbohrung in eine Querbohrung 185 über, die beiderseits in den Rückraum 38 der Druckübersetzungseinrichtung mündet. Der Bewegungsspielraum des dünnen Kolbens relativ zum dicken Kolben ist auf der einen Seite durch ein Anstossen der dem Raum 35 zugewandten Seite des Kopfbereichs 161 an die Platte 175 und auf der anderen Seite durch ein Aufsitzen des Kopfbereichs auf dem Übergangsbereich des dicken Kolbens zwischen dem Führungsbereich 151 und dem durchmessergrößeren Rest des dicken Kolbens begrenzt und beläuft sich auf eine Freihubstrecke 190. Führt der dünne Kolben in Richtung Raum 35, verschließt der dicke Kolben zunächst die Querbohrung 185, und nach Durchlaufen der Freihubstrecke wird der Durchgangsbereich 176 vom dünnen Kolben verschlossen. In dem Übergangsbereich ist ferner eine Bohrung 170 vorgesehen, die den Ventilraum 174 mit dem Rückraum 38 verbindet.

[0025] Das Rückschlagventil 45 bzw. 74 bzw. 94 aus den Ausführungsbeispielen nach Fig. 1, 2 und 3 wird in der Ausführungsform nach Fig. 7 durch den Führungsbereich 151 und die Querbohrung 185 gebildet, die durch den Führungsbereich verschließbar ist. Die Funktion der Drossel 47 bzw. 71 aus den Ausführungsbeispielen nach Fig. 1 und 2 wird durch die Drosselbohrung 180 und die Bohrung 170 übernommen. Die Funktion des Füllventils 49 bzw. 72 bzw. 140 aus den Ausführungsbeispielen nach Fig. 1, 2, 5 und 6 wird hier durch den Kopfbereich 161, den durch den Kopfbereich verschließbaren Durchgangsbereich 176 und die Bohrung 170 gewährleistet. Dargestellt ist das System im Ruhezustand mit deaktivierter Druckübersetzungseinrichtung. Der Raildruck steht im Raum 35, im Ventilraum 174 über den Durchgangsbereich 176, im Rückraum 38 über die Bohrung 170 und im Hochdruckraum 40 über die Längsbohrung 186 an. Der Druckübersetzer ist druckausgeglichen und der dicke Kolben 150 wird über die Rückstellfeder 39 in seiner oberen Stellung gehalten. Die Bohrungen 185 und 186 bilden einen Bypasspfad, welcher eine Voreinspritzung mit Raildruck oder eine bootförmige Haupteinspritzung ermöglicht. Diese Bohrungen sind nur in der Phase geöffnet, in der der Druckübersetzer nicht angesteuert ist beziehungsweise in der er zurückfährt.

[0026] Fig. 8 zeigt das System während der Druckverstärkung. Hierzu wird das 2/2-Wege-Ventil 31 angesteuert. Es entlastet den Rückraum 38. Dadurch ist der Kolben 150 nicht mehr druckausgeglichen, da in den Räumen 35 und 174 noch Raildruck anliegt, jedoch nicht mehr im Rückraum 38. Dieser liegt auf Leckagedruckniveau. Der Kolben 150 fährt relativ zum dünnen Kolben 160 ein Stück, die Freihubstrecke 190, vor und verschließt die Querbohrung 185. Der dünne Kolben 160 wird sowohl vom Führungsbereich 151 des dicken Kolbens 150 als auch an seinem dem Hochdruckraum 40 zugewandten Ende vom Gehäuse der Druckübersetzungseinrichtung geführt. Ist der Bypasspfad verschlossen und die Freihubstrecke zurückgelegt, nimmt der dicke Kolben 150 den dünnen Kolben 160 mit, da der Durchgangsbereich 176 nicht gross genug ist, als dass der Kopfbereich 161 durch ihn hindurchfahren könnte. Der Kopfbereich 161 und die Platte 175 dichten nun ausserdem den Ventilraum 174 vom Raum 35 ab. Durch die gemeinsame Ab-

wärtsbewegung des dünnen und des dicken Kolbens wird nun der Kraftstoff im Hochdruckraum 40 entsprechend des Druckflächenverhältnisses der Räume 35 und 40 verdichtet. Soll die Druckverstärkung beendet werden, so wird das Ventil 31 wieder verschlossen. Der Raum 38 ist dann nicht mehr mit dem Niederdrucksystem verbunden, und der Druck im Ventilraum 174 kann sich über die Drosselbohrung 180 wieder auf Raildruck erhöhen. Auch im Rückraum 38 steigt der Kraftstoffdruck über die Drosselbohrung 180, den Ventilraum 174 und die Bohrung 170 wieder auf Raildruck. Dadurch ist der Kolben 150 wieder druckausgeglichen und wird über die Rückstellfeder 39 nach oben gedrückt. Nachdem er die Freihubstrecke 190 zurückgelegt hat, nimmt der dicke Kolben den dünnen Kolben über dessen durch den Übergang zwischen Hals- und Kopfbereich gebildete Schulter wieder mit in seine Ausgangsstellung. Die Bohrung 185 ist nach zurückgelegtem Freihub wieder geöffnet, so dass diese den Hochdruckraum mit dem Rückraum verbindet. Der Hochdruckraum kann sich so über den Rückraum mit Kraftstoff befüllen und beide Kolben 150 und 160 fahren vollends in ihre Ausgangsstellung zurück. Bei der Bauform nach Fig. 7 und 8 ist gewährleistet, dass bei Ansteuerung des Druckverstärkers der Kolben 150 die Querbohrung 185 überfährt und der Zulauf vom Raum 35 zum Ventilraum geschlossen wird. Dazu ist die Bohrung 170 so ausgelegt, dass der Druckausgleich zwischen dem Ventilraum und dem Rückraum langsam vonstatten geht, der Kolben 150 eine Zeit lang also nicht druckausgeglichen ist und die Kraft der Rückstellfeder 39 überdrückt. Das bedeutet, dass die Bohrung 170 solange drosseln muss, bis der Zulauf vom Raum 35 zum Ventilraum 174, und damit über die Bohrung 170 zum Rückraum 38, geschlossen ist und beide Räume sich über die Leckleitung und das Ventil 31 entlasten können. Des Weiteren entlastet sich der Hochdruckraum 40 in der Anfangsphase der Bewegung des Kolbens 150 nicht, da sonst ein hoher Einspritzdruck nicht mehr zu erreichen wäre. Dies wird dadurch gewährleistet, dass die Querbohrung 185 klein ist relativ zum Gesamthub, den der Druckverstärker zurücklegen kann, so dass sie schnell überfahren werden kann. Sie besitzen vorteilhafterweise ebenfalls eine Drosselwirkung und lassen in der Phase des Überfahrens keinen nennenswerten Druckabbau im Hochdruckraum zu. [0027] Zur verbesserten Abdichtung des Durchgangsbereichs 176 durch den Kopfbereich 161 des dünnen Kolbens 160 kann ein O-Ring vorgesehen werden, der an der Platte oder am Kopfbereich angebracht ist. Dieser O-Ring ermöglicht den Ausgleich von Fertigungs- und Einbaungenauigkeiten.

[0028] Fig. 9 zeigt die Details einer weiteren Ausführungsvariante der in Fig. 7 und 8 illustrierten Druckübersetzungseinrichtung. In Fig. 7 und 8 ist die Drossel 180 in Form einer Bohrung in der Platte 175 realisiert, während in der alternativen Form die Platte 175 an mindestens einer Stelle des Umfangs des Durchgangsbereichs 176 eine rillenförmige Abschrägung beziehungsweise Nut 200 aufweist, die selbst beim Aufsetzen der Platte auf den Kopfbereich des dünnen Kolbens einen gedrosselten Kraftstoffdurchfluss sicherstellt. Auch so kann für einen Druckausgleich zwischen den Räumen 35, 174 und 38 gesorgt werden, nachdem ein Druckaufbau stattgefunden hat, der Druckübersetzer jedoch über das Ventil 31 wieder deaktiviert wurde. Alternativ zu oder in Kombination mit Nuten in der Platte können auch Nuten 200 im Kopfbereich 161 des dünnen Kolbens 160 vorgesehen sein.

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftma-

schinen mit einem von einer Kraftstoffhochdruckquelle versorgbaren Kraftstoffinjektor, wobei zwischen dem Kraftstoffinjektor und der Kraftstoffhochdruckquelle eine einen beweglichen Kolben aufweisende Druckübersetzungseinrichtung geschaltet ist, wobei der bewegliche Kolben einen an die Kraftstoffhochdruckquelle angeschlossenen Raum von einem mit dem Injektor verbundenen Hochdruckraum sowie von einem Rückraum trennt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hochdruckraum (40) mit dem Rückraum (38) über eine Kraftstoffleitung (46; 75; 88; 186) verbindbar ist.

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an der Kraftstoffleitung (46; 75; 88; 186) ein Ventil, insbesondere ein Rückschlagventil (45; 74; 94; 151, 185), angeordnet ist, so dass ein Rückfluss von Kraftstoff aus dem Hochdruckraum in den Rückraum unterbunden werden kann..

3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffleitung (46; 75; 88; 186) und das Ventil (45; 74; 94; 151, 185) im Kolben (36, 37; 86, 87; 150, 160) integriert sind.

4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben zwei relativ zueinander bewegliche Teile (86, 87; 150, 160) aufweist.

5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Teile aus einem dünnen (87; 160) und einem dicken (86; 150) Kolben bestehen.

6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffleitung im dünnen Kolben (87; 160) in Form einer Bohrung (88; 186) integriert ist.

7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 2 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass der dünne (87) und der dicke (86) Kolben über Verbindungsmittel (91, 92) derart miteinander verbunden sind, dass einander zugewandte Dichtflächen (94) der beiden Kolben die Bohrung (88) im Falle eines Aufliegens des dicken Kolbens auf dem dünnen Kolben verschließen.

8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 2 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass der dünne Kolben (160) einen in einen durch einen Hohlraum des dicken Kolbens (150) gebildeten Ventilraum (174) hineinragenden Kopfbereich (161) aufweist, wobei ein sich an den Kopfbereich anschließender durchmesserkleinerer Halsbereich (162) des dünnen Kolbens (160) in einer den Hohlraum abdichtenden Führung (151) bewegen kann, so dass die Bohrung (186) einenends durch den Führungsbereich verschlossen werden kann.

9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Raum (35) mit dem Rückraum (38) über eine Drossel (47; 71; 180, 170) verbunden ist.

10. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Drossel (71; 180, 170) im Kolben (36, 37; 86, 87; 150, 160) integriert ist.

11. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Raum (35) mit dem Rückraum (38) über ein Füllventil (49; 72; 140; 161, 176, 170) verbunden ist.

12. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllventil (72; 140; 161, 176, 170) im Kolben (36, 37; 86, 87; 150, 160) integriert ist.

13. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllventil aus mindestens einer durchgängigen Bohrung (140; 170) im

dicken Kolben (86; 150) besteht.

14. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch Befüllen des Rückraumes mit Kraftstoff beziehungsweise durch Entleeren des Rückraums von Kraftstoff der Kraftstoffdruck im Hochdruckraum variiert werden kann.

15. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückraum (38) über ein Steuerventil (31) mit einer Niederdruckleitung (32) verbindbar ist.

16. Druckübersetzungseinrichtung mit einem beweglichen Kolben, der einen an eine Kraftstoffhochdruckquelle anschließbaren Raum von einem mit einem Kraftstoffinjektor verbindbaren Hochdruckraum sowie von einem Rückraum trennt, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochdruckraum (40) mit dem Rückraum (38) über eine Kraftstoffleitung (46; 75; 88; 186) verbindbar ist.

17. Druckübersetzungseinrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass an der Kraftstoffleitung (46; 75; 88; 186) ein Ventil, insbesondere ein Rückschlagventil (45; 74; 94; 151, 185), angeordnet ist, so dass ein Rückfluss von Kraftstoff aus dem Hochdruckraum in den Rückraum unterbunden werden kann.

---

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

---



- Leerseite -

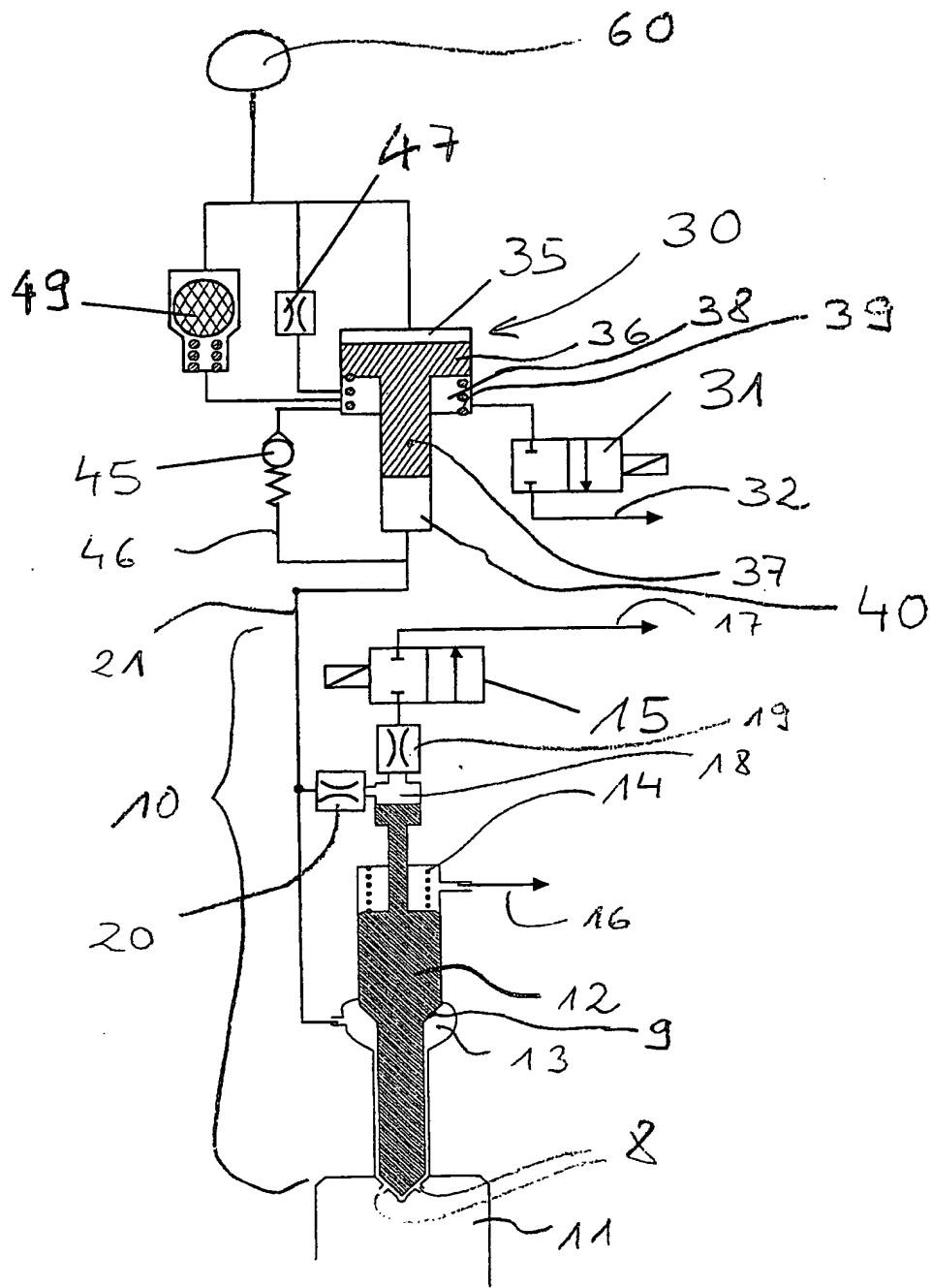


Fig. 1



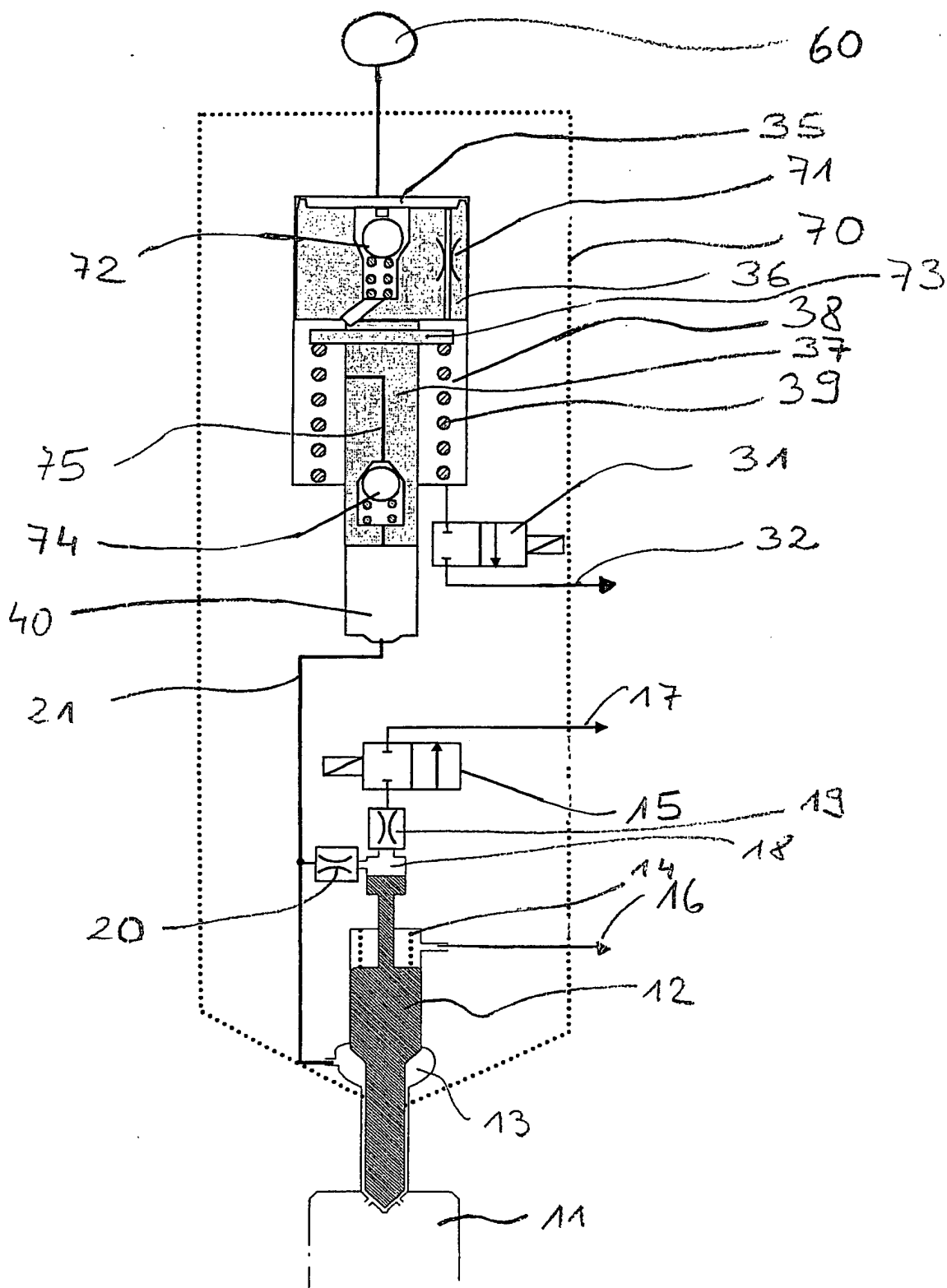


Fig. 2

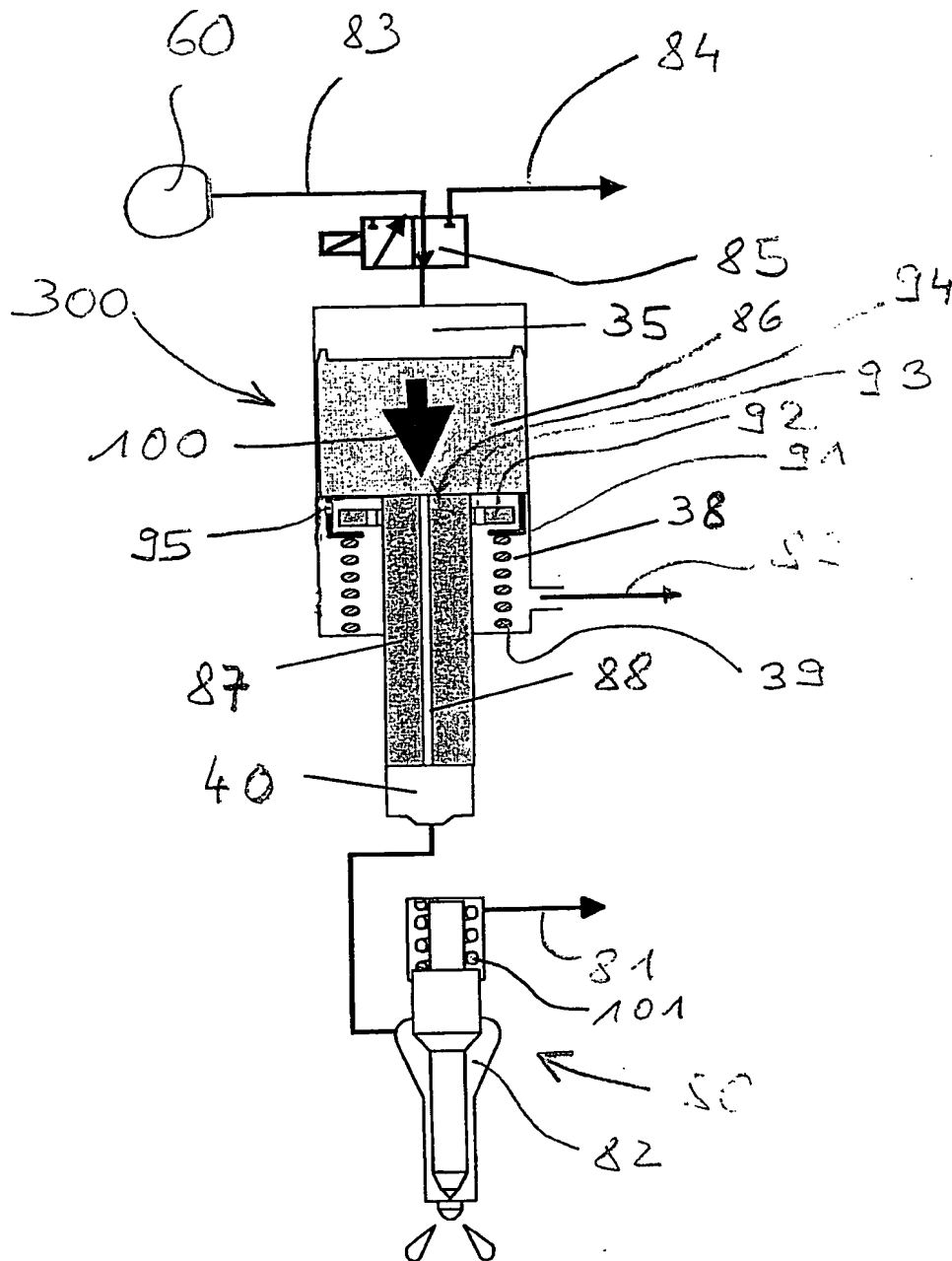


Fig. 3

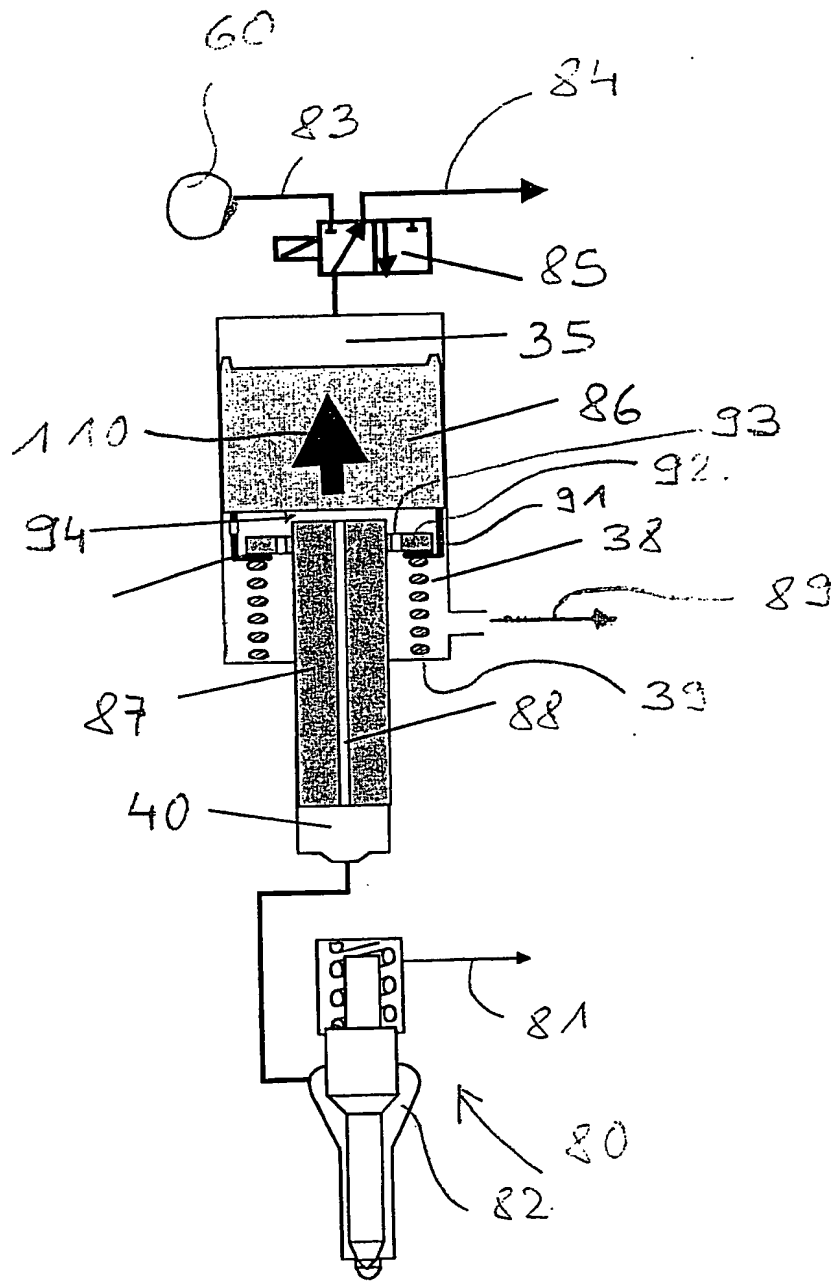


Fig. 4

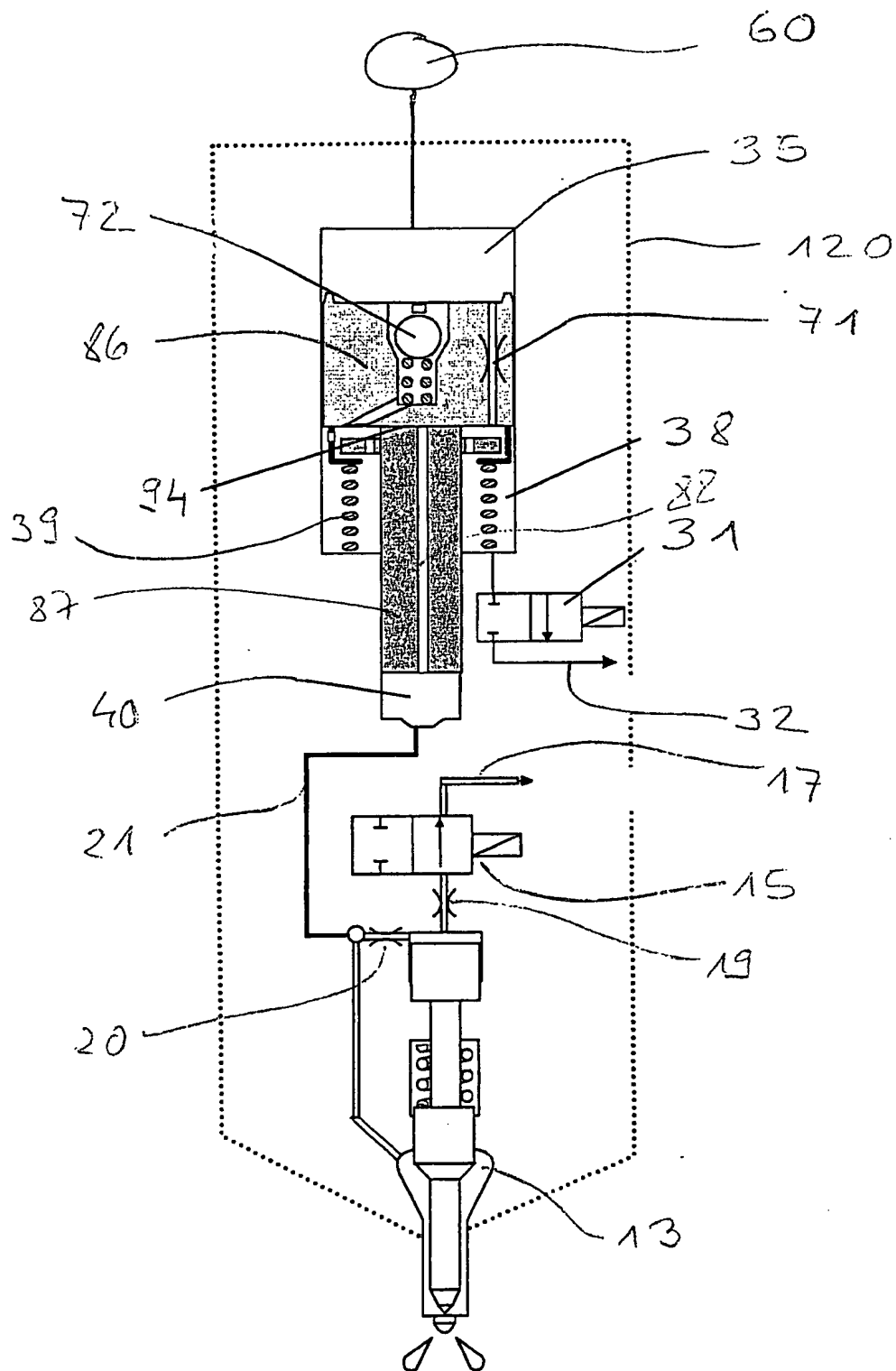


Fig. 5

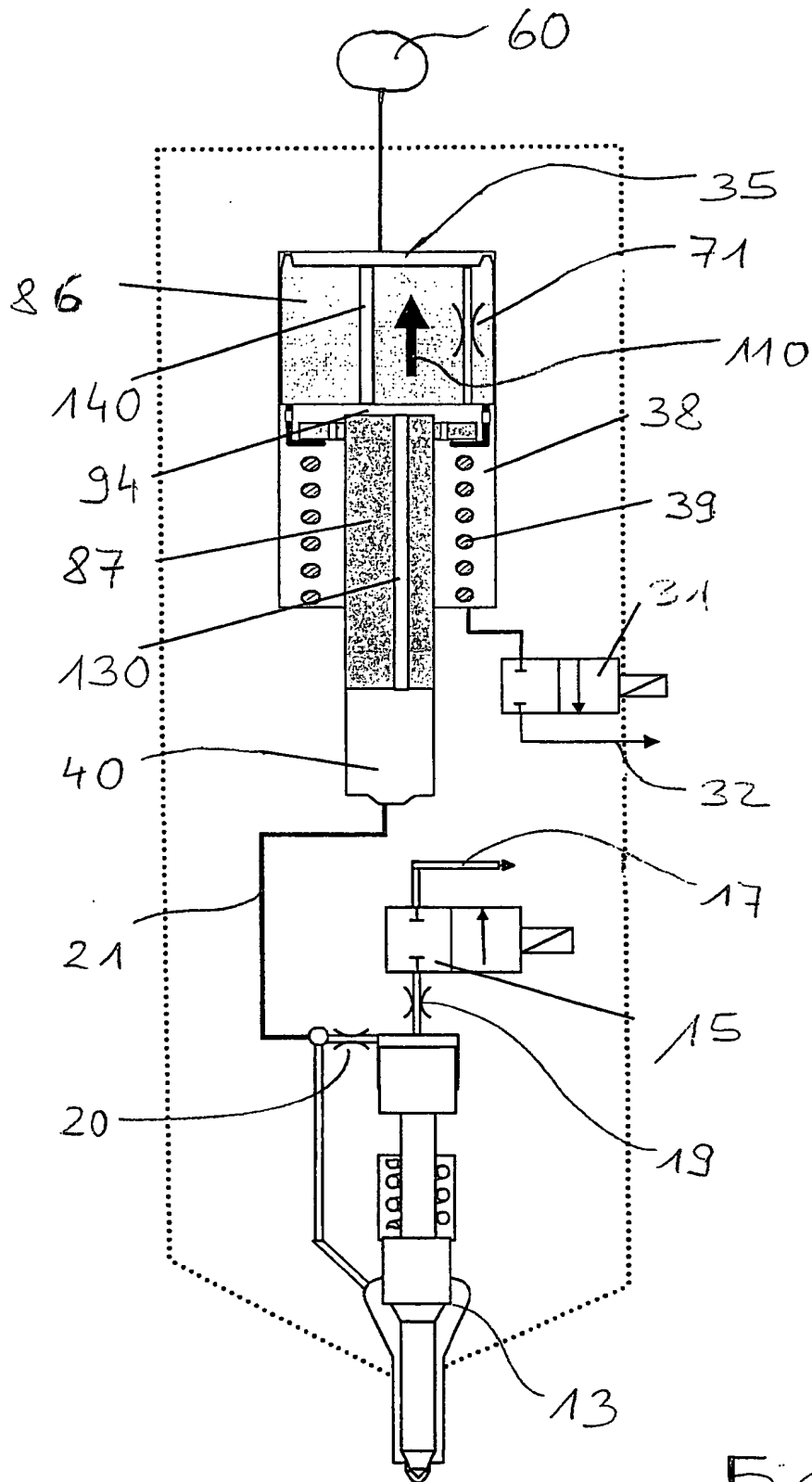
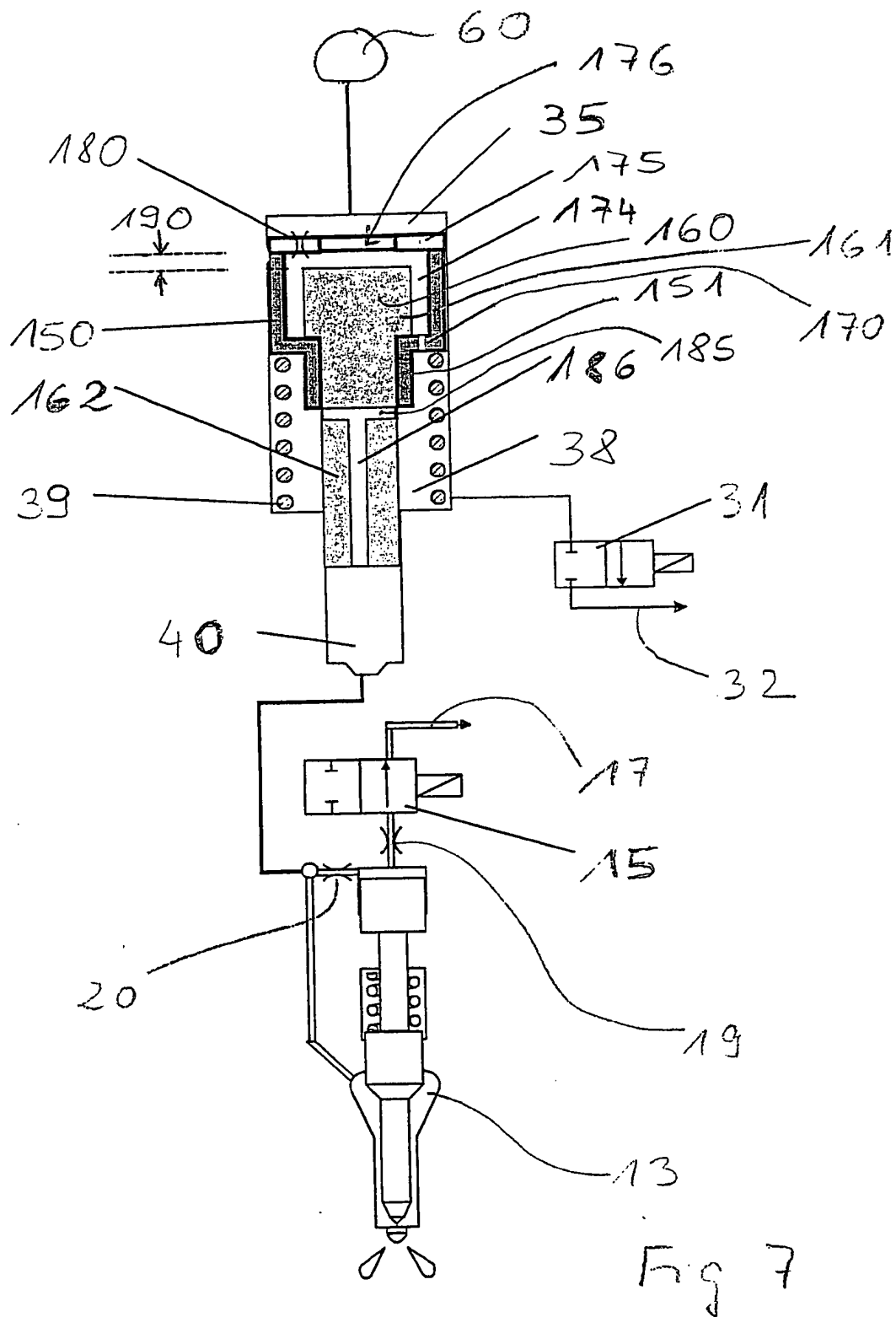


Fig. 6



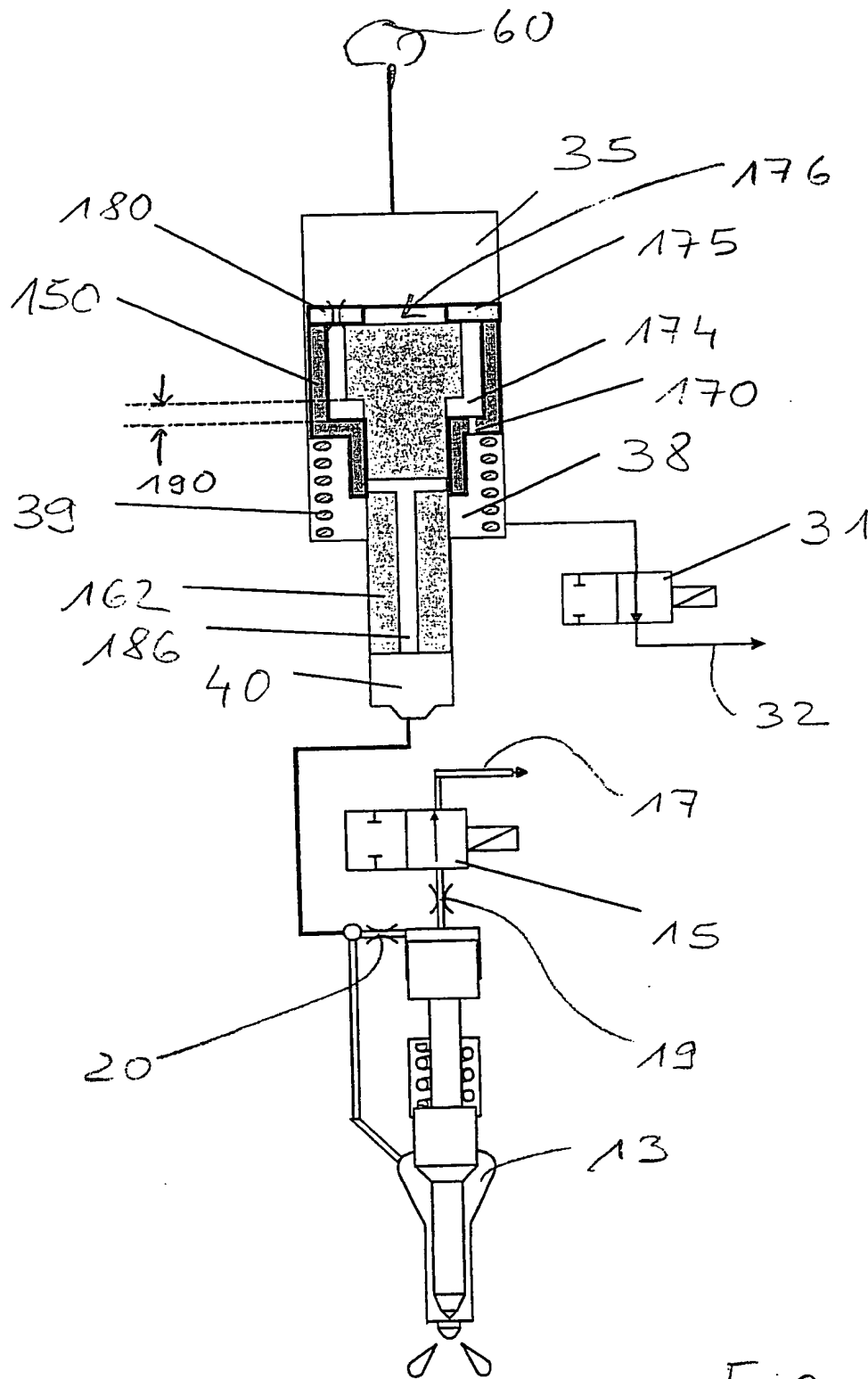


Fig 8

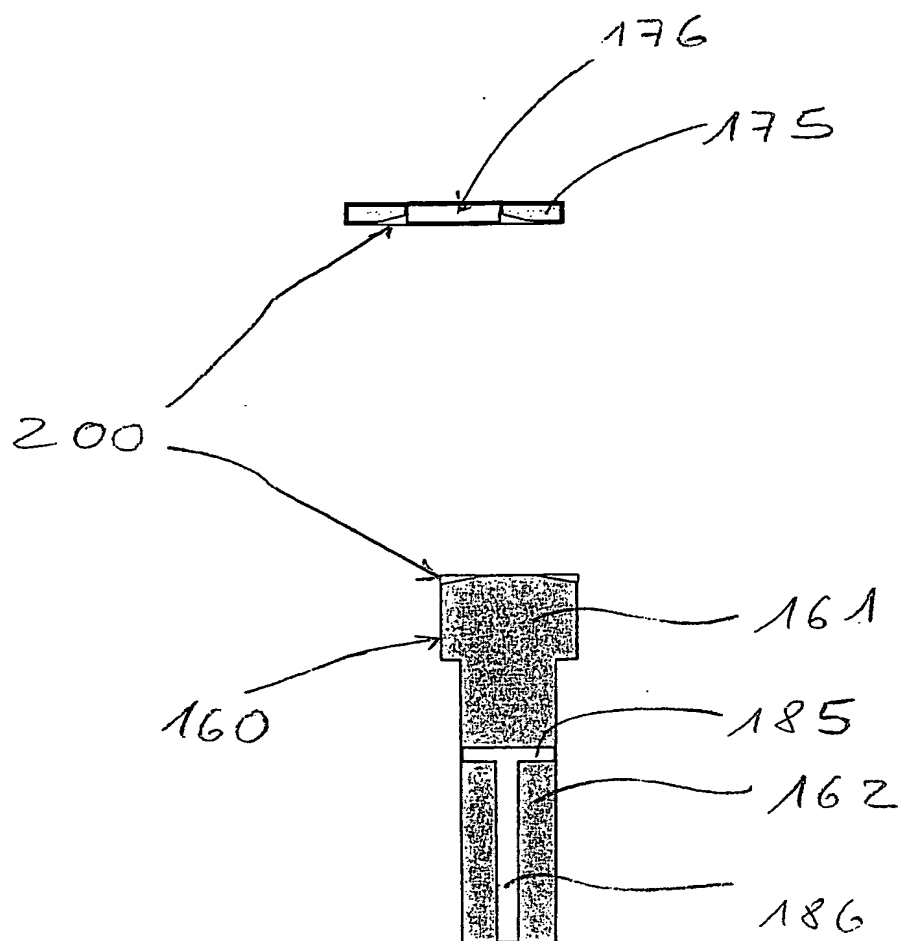


Fig 9



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☒ OTHER: hole-punched over text

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**